

研究主題 「単位量あたりの変化（変化の割合）に着目した関数指導の工夫 ～ 肢体不自由養護学校（中学部）における個に応じた指導～」

東京都教職員研修センター 研修部 現職研修課
東京都立村山養護学校 教諭 岩間 美顕

研究のねらい

肢体不自由養護学校に通う生徒は、感覚器官（視覚、聴覚、触覚等）に障害がある場合が多く、諸感覚を通して得た情報を記憶し、具体的なイメージを形成することや、思考し、判断する認知や行動するための手がかりとなる概念の形成を図ることが困難なことがある。

また、身体の障害により、運動に限度があるので、身体像の認知や、空間と自己との関係の位置付けなど空間に対する認知が困難なことがある。さらに、「感覚器官の障害」や「運動の限度」は、諸感覚を通して情報を得ることに限度をもたらし、「体験・経験の不足」、「概念形成の困難」及び「認知の困難」といった実態につながっている。

したがって、学習活動の中で、「体験・経験の不足」、「概念形成の困難」及び「認知の困難」を意図的に補う学習の工夫が必要である。

数学の学習場面では、実生活上の量を直接的に体験しにくいので、距離、時間、平面・空間の位置関係、単位など、量の概念を身に付けることが困難なことがある。また、数を量として認識する操作活動に制限があるため、抽象化された数の認識が定着しにくい現状がある。

量の概念形成で特に難しい単元が関数である。それは、関数の学習の主な目的が量の変化を解析していくことだからである。したがって、量の概念形成の基礎的な見方の一つである「単位量あたりの変化」で事象をとらえる力を育てる学習の工夫が必要になる。

これらのことから、単位量あたりの変化に着目し、「体験・経験の不足」、「概念形成の困難」及び「認知の困難」を改善する関数指導の工夫を、本研究のねらいとした。検証授業の対象は、中学校第1学年の学習内容を学習している筋ジストロフィーの中学部1年生1名の学級である。障害の特性から、今回の検証授業では、上記の関数指導の工夫とともに、数学的活動の楽しさを味わう授業に重点をおいた。

研究の内容と方法

1 研究の仮説

上記のねらいを達成するために、下記のような仮説をたて、立証することにした。

肢体不自由養護学校において、量や数の概念形成に困難がある場合の関数指導では、単位量あたりの変化（変化の割合）に着目させ、体験・経験の不足を補う工夫を行えば、量や数の概念形成が定着し、関数の理解が深まる。

2 研究の方法

生徒の関数の理解（生徒の変容）を把握するために、下記の5観点を生徒に身に付けさせたい力としてとらえ、関数の理解を把握するための観点とした。実践研究として検証のための授業を合計11回実施した。単元は、中学校1年数量関係の比例・反比例である。授業時間は、1回あたり80分で実施した。

表1：5観点「生徒に身に付けさせたい力」

- | | |
|---|-------------------------------------------------|
| 1 | 単位量あたりの変化に着目した、発言力や作文力（数学への関心・意欲・態度、数学的な見方・考え方） |
| 2 | 単位量あたりの変化に着目して、式化する力（数学的な表現・処理） |
| 3 | 単位量あたりの変化に着目して、グラフ化する力（数学的な表現・処理） |
| 4 | 単位量あたりの変化や差に着目して、データを分析する力（数量、図形などについての知識・理解） |
| 5 | 単位量あたりの変化や差に着目して、日常生活の問題解決に生かす力（同上） |

基礎研究として、単位量あたりの変化に着目し、「関数指導のあり方」の資料作成、教材・題材の工夫、「学習プリント」「データ資料集」を作成した。

基礎研究	1 関数指導の在り方を目指して「学習指導要領」の分析と資料作成 2 量の認識を高めるための教材・教具の開発 3 単位量あたりの変化に着目した「学習プリント」「データ資料集」の完成
実践研究	1 比例・反比例の評価規準作成と指導計画の作成 2 検証授業の実施

3 研究の内容

(1) 単位量あたりの変化（変化の割合）に着目した「体験・経験の不足」を補う工夫 教材・教具の工夫

障害の特性から、日常生活の中で体験・経験できることを、身近な例で体験・経験する場を意図的に設定する必要がある。物をつると、バネが伸びる。時間がたつと、長さが減る。時間がたつと、距離が変わる。実際に重りを計測し、体感し、つるし、伸びを確認し、長さを計測する。時間を計時し、移動した距離をつかむ等、実際に操作活動することで、変化する2量の関係をとらえるために下記のような工夫をした。ここでは、比例定数を単位あたり量で把握し、変化の仕方を、変化の差や変化の割合で判断できることを目指した。

- ・ 実験・観察教材の工夫（具体的な体験・経験）・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 観点1

バネの伸びの実験・線香の減りの実験・ライトレーサーの速度実験・電動車いすの速度実験（比例） モーメントの実験（反比例）・バネ全体の伸びの実験（一次関数）

- ・ 教具の工夫（具体的な体験・経験）・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 観点1

ブラックボックス・単位換算器・割合測定器・角度測定器・電動車いす速度早見表

題材の工夫

ア 日常生活への応用の工夫（具体的な体験・経験）・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 観点5

操作活動を通して把握した2量の関係を、日常生活に活用することで、数学的な見方・考え方が高まる。そのために学習した内容を、日常生活に活用する場を意図的に設定する必要がある。下記のような関数の考えを活用する工夫をした。ここでは、（単位量あたりの変化）＝（グラフの直線の傾き）を把握できることを目指した。

健康観察（肺活量）の結果のグラフ化・スクールバス運行表のダイヤグラム作成

イ 現実事象を扱う授業の工夫（模擬的な体験・経験）・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 観点1～5

更に、数学的な見方・考え方を高めるためには、身の回りの事象を問題として設定し学習したことを活用して、問題解決する場を意図的に設定する必要がある。身の回りの事象の問題を解決する応用・発展課題として、下記のような関数の考えを活用する工夫をした。データの処理の仕方を、変化の割合や差から考察し、（単位量あたりの変化）＝（変化の割合）＝（直線の傾き）の観点から、それぞれの問題を解決することを目指した。

- | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ・ データ分析（大気中の二酸化炭素濃度のデータから、2010年の濃度を予想） ・ 新聞記事の活用（「サンマー転高騰」の記事から、漁獲制限の方法を直線の傾きで考える） ・ 新幹線のダイヤグラム作成（東京、博多間のぞみ号の時刻表からグラフ化） ・ 「数学物語」による学習（数学に関する自作の物語から、洪水の起こる日を予測） |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

(2) 単位量あたりの変化に着目した学習活動の工夫・・ 観点1～5

全11時間の指導計画を作成した。生徒の学習課題に即した内容で授業を進めるために、「関数プリント」を作成した。教科書・ノートを兼用できる形にして、学習の振り返りにも活用した。単位量あたりの変化で物事を見る力を高めるために、各小单元の中に、単位量あたりの変化に着目した学習活動を下記の通り設定し授業を実施した。ここでは、比例定数・

変化の割合・直線の傾きを単位あたり量で考察し、表から式、式からグラフ、グラフから式、という関数の表し方や変化を解析する力を身に付けることを目指した。

比例定数を単位量で表す(1、2時) 単位量あたりの変化だけで表の作成(3時) 表から式の完成(3時) 関数あてゲーム活動(3時) 直線をひく(4時) 勾配を%で表す(5時) 直線の傾きを求める活動(5時) 環境問題をグラフで解決する活動(6時) 反比例のグラフ(7時) 一次関数になる実験(8、9時) グラフの変化を予想する活動(10、11時)など ()は授業計画

(3) 実践授業「中学2年で学習する一次関数の発見」(関数のまとめ：第9時の授業より)

下記の内容は、既習の関数の考えを活用して、中学2年生で学習する「一次関数」の発見という「発展的な学習」として設定した、第9時の実践授業である。

ねらい

実験で計測したデータを、表・式・グラフに表し、一次関数の変化の仕方を理解する。

教材・教具の工夫

重りを体感しながらバネにつるし、伸びを定規で計測し、その結果を記入するという具体的な体験・経験活動をする実験道具を用意する。

生徒の変容

表2：バネ全体の伸びの実験結果

		$\leftarrow 10 \rightarrow$					
重さ (x g)	0	10	20	30	40	50	60
長さ (y cm)	3	6	9	12	15	18	21
		$\leftarrow 3 \rightarrow$					

ア 比例とは違う気付き

重さ 0 g のときバネ全体の長さが、3 cm になっていることから、『何倍する働きではないので、比例してない』と気付いた。

イ 変化の差から、単位量あたりの変化の発見と変化の仕方の気付き

10 g あたり 3 cm のびるバネであることを見出し『1 g あたりの伸びは 0.3 cm だ』と気付いた。重さとバネの伸びる長さの 2 量の関係が、比例の関係であることがつかめた。バネ全体の長さの変化の仕方に着目し、単位量あたりの変化が一定になったので、『直線になるはず』と気付いた。

ウ 単位量あたりの変化 \times 重さ = 伸びる長さから、式の完成

比例関係『単位量あたりの変化 \times 重さ = 伸びる長さ』に気付き、 $0.3x$ が導けた。重さが 0 g のとき、バネの長さが 3 cm であることから、『 $0.3x$ に 3 cm を加えればいい』という発見ができた。その結果、 $y = 0.3x + 3$ と表すことができた。

エ 単位量あたりの変化が傾きから、2点をとってグラフの完成

重さ 0 g 長さ 3 cm の関係を、点 (0 , 3) にとり、傾き 0.3 は分数 $\frac{3}{10}$ なので、『右に

10 行って、上に 3 上がる点をとれば直線はひける』と気づき、点 (10 , 6) をとり 2 点を結び、直線のグラフをかけた。

以上より、実験活動の結果を、単位量あたりの変化に着目し、自力解決することができた。

考察

ア 単位量あたりの変化に着目したことで、問題解決ができた。(観点 1 ~ 4)

イ 変化の差が一定であれば、グラフは一次関数になることが理解できた。

研究の結果と考察

1 単位量あたりの変化に着目した「体験・経験の不足」を補う工夫について

(1) 教材・教具の工夫

対象生徒は、長さ、時間、重さ、角度、面積、体積等といった外延量の基礎概念は、幼少年期の経験・体験から形成できていた。しかし、長さ、重さ、面積等の大きな量の単位の把握が十分ではなかった。また、平均、速度、割合、燃費、伸び率等といった内包量の基礎概念は、少年期の学習活動で形成できていたが、実際の体験が少ない現状があり、単位量あたりの変化として、2量の関係を把握する力が十分ではなかった。そこで、単位換算器、割合測定器、角度測定器、ブラックボックスといった、教材・教具を工夫し、体感、計時、計測等といった体験・経験を取り入れ、量の概念形成を目指した。その結果、使用している電動車いすの速度を実験で把握し、時間を計時して、距離を予想することができた。また、バスの運行表や新幹線の時刻表からダイヤグラムを作成し、速度を直線の傾きでとらえることができ、速度の違いを直線の傾きの違いでとらえることができた。単位量あたりの変化に着目したことで、速度の概念を把握できた。教材・教具の工夫により、比例定数を単位量あたりの変化で把握し、変化の差や変化の割合で変化の仕方をとらえることができた。

(2) 題材の工夫

関数の考えを日常生活へ活用するために、健康観察活動で実施している肺活量を計測し、グラフに表すことで、グラフの傾きの違いから体調の変化を理解し、生活のリズムを改善する意識の高まりがみられた。模擬的な体験・経験として位置付けた現実事象を扱う授業では、新聞記事から、身の回りの事象を問題として取り上げ、直線の傾きで解決し、関数の考えを応用・発展することができた。また大気中の二酸化炭素濃度のデータから将来の濃度を、単位量あたりの変化に着目して予想することができ、2量の変化を解析する力が高まった。その結果、変化の差が一次関数ならば、グラフは急激に増加する曲線になることをつかめた。題材の工夫により、(単位量あたりの変化) = (傾き) の関係をとらえることができた。

2 単位量あたりの変化に着目した学習活動の工夫について

単位量あたりの変化に着目した学習活動を系統的に「関数学習プリント」に取り入れたことで、関数を表から式、式からグラフ、グラフから式に表し、段階的に単位量あたりの変化に着目する力が育ち、その結果、一次関数の変化の仕方をさぐる授業では、実験活動で単位量あたりの変化をつかみ、既習した関数の考えを活用して、一次関数を式・グラフに表すことができた。学習活動の工夫により、変化の差が一定であれば、グラフは一次関数になることをつかみ、関数の表し方や変化を解析する力が定着した。

3 関数指導に関する資料の作成

中学1年関数学習プリントを修正し、発展課題用のデータ分析資料も完成させた。また今回実施した実験・観察活動及び教具の資料集を完成し、授業実践に活用できるようにした。

- | |
|---------------------------------------------------|
| 1 「関数学習プリント」(14単元で構成し、単位量あたりの変化に着目して、修正し再度作成した。) |
| 2 「データ分析用資料集」(高度と温度変化データ、戦後の日本の人口増加データなど。) |
| 3 実験・観察活動及び教具の資料集(中学1年の関数指導で利用できる実験・教具の一覧を作成した。) |
| 4 「関数指導の在り方」資料集(学習指導要領を分析し、今後のあるべき関数指導の在り方をまとめた。) |

今後の課題

- 1 中学2、3学年用の関数指導の資料を作成し、全学年の関数指導資料をそろえる。
- 2 日常生活場面で、関数の考えを活用・応用できる体験・経験の場面を更に工夫する。